



12

DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

21 Numéro de dépôt : 92401547.2

51 Int. Cl.⁵ : E21B 7/28, E21B 10/32

22 Date de dépôt : 05.06.92

30 Priorité : 06.06.91 FR 9106848

72 Inventeur : Collin, Robert
417. Boulevard du Cami Salie
F-64000 PAU (FR)

43 Date de publication de la demande :
09.12.92 Bulletin 92/50

74 Mandataire : Pinguet, André
CAPRI sàrl, 19, rue Erlanger
F-75016 Paris (FR)

84 Etats contractants désignés :
DE ES FR GB IT PT

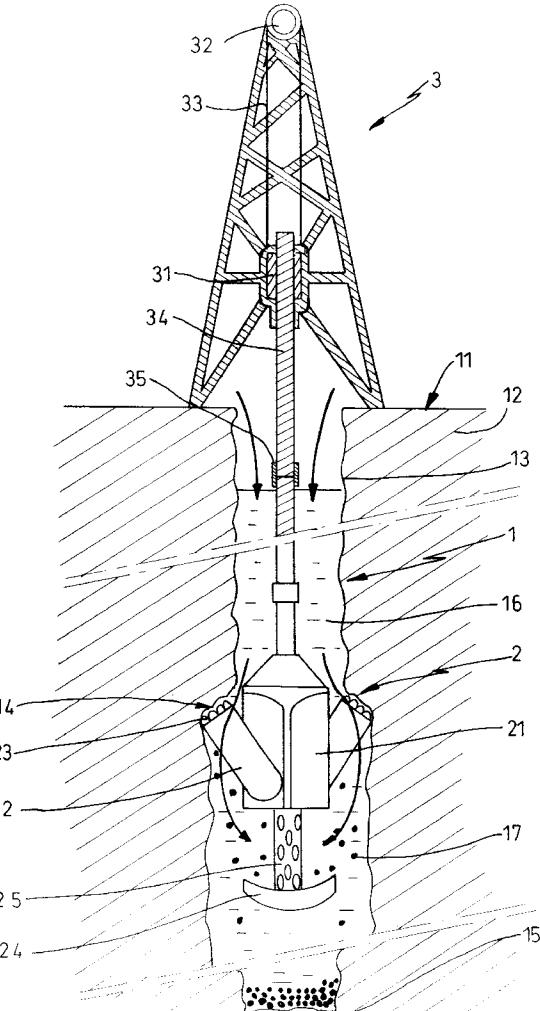
71 Demandeur : Société Française de Stockage
Géologique "GEOSTOCK" (Société à
responsabilité limitée)
7, rue E. et A. Peugeot
F-92563 Rueil-Malmaison Cédex (FR)

54 Procédé pour forer un puits aveugle, notamment de grand diamètre, et outil de forage pour le mettre en oeuvre.

57 Afin de réaliser un puits 1 de grand diamètre sans qu'il existe de galerie sous-jacente, on dispose à l'heure actuelle de techniques minières, qui nécessitent souvent de congeler le sol, ou de techniques pétrolières par forage avec recours à une boue 16 de soutènement. Dans ce dernier cas, le forage s'effectue traditionnellement de haut en bas.

Dans le cadre de la présente invention, un procédé de forage de bas en haut ainsi qu'un outil 2 adapté à sa mise en oeuvre sont présentés. Une opération principale de ce procédé consiste en fait à élargir un puits préexistant. L'outil 2 correspondant est muni de bras 22 adaptés à être, dans un premier temps, repliés de sorte que l'outil 2 passe au sein du puits préexistant pour être descendu jusqu'au fond 15 de ce dernier, puis dans un second temps, à être déployés tandis que ses dents 23 attaquent le terrain 12, l'outil 2 étant mis en rotation et tiré par un moteur 31 supporté par un mât 3 en surface 11.

Il est alors souvent avantageux d'élargir ainsi un puits pilote, puis de répéter l'opération principale sur le puits résultant et ainsi de suite. En dépit du nombre de passes qu'il faut dès lors réaliser pour obtenir le puits 1 de grand diamètre souhaité, la vitesse de progression de l'outil 2 à chaque élargissement successif peut en effet être si grande qu'au total, le puits 1 est creusé beaucoup plus vite et son coût s'en trouve réduit par rapport aux méthodes habituelles.



La présente invention a trait à un procédé pour forer un puits aveugle notamment de grand diamètre. Elle concerne également un outil pour mettre en oeuvre ce procédé.

Des cavités souterraines servent parfois à stocker de grandes quantités de produits liquides ou gazeux, genre hydrocarbures. Afin de les réaliser, puis de les exploiter en tant que réserves, un puits d'accès est tout d'abord creusé. Son diamètre est le plus souvent compris entre un et quelques mètres de façon à autoriser le passage du personnel et du matériel de creusement de même que celui des déblais.

Il est possible de distinguer aujourd'hui deux sortes de méthodes pour réaliser un tel puits d'accès notamment lorsqu'il traverse un terrain relativement meuble. La première met en oeuvre des techniques de génie civil, comparables à celles employées pour percer un tunnel. Des machines ainsi que des ouvriers pour les conduire travaillent alors au fond du puits en cours de creusement. En cas de couches particulièrement instables (typiquement sols sans cohésion), cela nécessite souvent de congeler préalablement le terrain. Dès lors, le coût du puits pénalise ce type de stockage.

La seconde méthode s'apparente de son côté aux techniques de forages pétroliers. Un outil de forage est descendu dans le puits et est actionné depuis la surface. Il présente l'avantage de pouvoir travailler tandis qu'il est immergé dans une boue adaptée à soutenir les parois du puits. Etant donné l'important diamètre des puits considérés, il convient toutefois d'alourdir considérablement le train de tiges qui porte l'outil afin que ce dernier exerce sur le fond du puits une pression suffisante pour garantir l'attaque du terrain. Les "masse-tiges" qui sont alors employées, sont peu maniables. Là encore, le coût de l'ouvrage se trouve grevé.

C'est ainsi qu'un problème consiste à trouver un procédé pour réaliser un puits qui servira en particulier de puits d'accès à une cavité de stockage, ce procédé pouvant être mis en oeuvre, en cas de terrain meuble notamment, plus rapidement et à moindre coût par rapport aux méthodes conventionnelles.

La solution de ce problème conformément à la présente invention consiste à combiner deux techniques de forage connues. La première d'entre elles est le plus souvent désignée par son nom en anglais : "under-reaming". Elle est en particulier décrite dans le brevet US 2 031353 de WOODRUFF. Elle consiste à élargir le fond d'un forage par exemple en vue d'augmenter la productivité d'un puits de pétrole ou pour créer une tête d'ancrage à un pieu de fondation. Elle a pour cela recours à un outil comprenant un corps tournant sur lequel s'articulent un ou plusieurs bras adaptés à attaquer le terrain.

Le brevet US 4 365 677 de OWENS mentionne une importante liste de publications antérieures divulguant ce type d'outils. La plupart utilisent un système

similaire de déploiement des bras à mesure que le fond du forage est élargi. Ce système n'est autre que celui des crics d'automobile si bien que le déploiement s'obtient en exerçant un effort de compression sur l'outil (à l'aide notamment d'un appareil connu dans la profession sous le nom de "kelly").

La demande de brevet européen EP 0 298 537 enseigne un outil destiné aussi à l'"under-reaming", mais dont le bras est conçu pour se déployer cette fois sous l'effet de la force centrifuge lorsque le corps qui le porte est mis en rotation. Quoi qu'il en soit, tous ces outils de l'art antérieur travaillent sans qu'il ne leur soit appliquée de traction. Ils sont avant tout adaptés à créer une cavité élargie qui demeure au fond du forage. Si ce point est clair lorsque les bras se déplient par compression, on comprend qu'il ne saurait en être autrement pour l'outil européen dès lors que le terrain est quelque peu résistant.

La seconde technique mise en cause par la présente invention porte en anglais le nom de "raise-boring". Elle est avant tout employée en génie civil et nécessite un puits pilote communiquant avec une excavation suffisamment spacieuse à l'extrémité du puits. Un train de tiges est alors passé dans le puits pilote de telle façon qu'il se prolonge jusque dans l'excavation. Une tête de forage est par ailleurs montée au sein de l'excavation et assujettie au train de tiges. Le "raise-boring" consiste alors à exercer une traction sur le train de tiges de sorte que la tête élargit l'excavation en remontant le long du puits pilote, par exemple en broyant son toit.

La présente invention se rapporte par suite à un procédé dont une opération principale consiste à élargir un puits préexistant rempli d'une boue de soutènement en commençant par le fond pour remonter vers la surface d'embouchure du puits aveugle à réaliser, caractérisé en ce que cela est réalisé en exerçant une traction sur un outil de forage ayant un corps adapté à tourner autour de l'axe du puits ainsi que des bras munis d'éléments pour attaquer le terrain en dégagant des déblais et adaptés à être déployés pour faire saillie sur le corps tout en transmettant la traction.

Plus précisément, l'opération principale comporte les étapes de :

- faire descendre dans un puits préexistant l'outil alors que ses bras sont repliés,
- mettre en rotation le corps de l'outil de forage tout en déployant ses bras de sorte que les éléments pour attaquer le terrain créent un épaulement à la paroi du puits qui définit la transition entre le puits en cours d'élargissement et le puits préexistant,
- tirer le corps de sorte que les éléments pour attaquer le terrain attaquent l'épaulement et le font progresser vers la surface d'embouchure, la boue étant mise en circulation autour de l'outil de façon à entraîner la majorité des déblais jusqu'à la surface d'embouchure, la traction et la rotation de

l'outil ainsi que la circulation de la boue étant maintenues jusqu'à ce que le puits ait été élargi sur toute sa hauteur.

Avantageusement, le fond du puits préexistant se trouve en dessous du fond du puits aveugle à forer de façon à permettre la descente de l'outil de sorte que ses bras se présentent au niveau de ce fond.

Avantageusement, l'étape de faire descendre l'outil est réalisée en ajoutant des tiges à un train de tiges à l'extrémité inférieure duquel est suspendu l'outil. Dans ce cas, les étapes de mettre en rotation et de tirer l'outil sont de préférence réalisées en passant l'extrémité supérieure du train de tiges dans un appareil du type "power-swivel", des tiges étant retirées du train de tiges à mesure que l'outil est tiré vers la surface d'embouchure du puits. Par exemple, l'appareil du type "power-swivel" est monté dans une superstructure disposée au-dessus de la surface d'embouchure du puits.

Avantageusement, la boue est mise en circulation en introduisant en continu de la boue dans le puits depuis sa surface d'embouchure et en l'aspirant sous l'outil au sein d'une tubulure pour l'amener au travers du puits jusqu'à sa surface d'embouchure.

Avantageusement, un facteur d'élargissement défini par le rapport du diamètre du puits résultant de l'opération principale sur le diamètre du puits préexistant est choisi notamment selon la résistance mécanique de l'outil de forage et, l'outil de forage étant tiré et mis en rotation par un moteur, selon le couple que le moteur peut délivrer. Le facteur d'élargissement est de préférence compris entre 1,15 et 1,30.

Avantageusement, une opération préliminaire du procédé consiste à forer un puits pilote, l'opération principale étant menée une première fois alors que le puits préexistant est le puits pilote, puis l'opération principale étant réitérée alors que le puits préexistant est le puits résultant de l'itération précédente, et cela jusqu'à ce que le diamètre du puits aveugle à forer soit atteint, une opération finale consistant enfin à revêtir le puits et à retirer la boue. Par exemple, le facteur d'élargissement est le même au moins pour une série d'itérations consécutives. Mais également, le facteur d'élargissement peut être diminué au moins pour une série d'itérations consécutives.

La présente invention se rapporte également à un outil de forage pour mettre en oeuvre ce procédé. Pour cela, il comporte un corps adapté à tourner autour de l'axe du puits ainsi que des bras munis d'éléments pour attaquer le terrain, adaptés à passer d'une position repliée sur le corps à une position déployée pour faire saillie sur le corps et capables de transmettre la traction exercée sur l'outil.

Avantageusement, les bras sont assujettis au corps par l'intermédiaire d'une came, crémaillère ou système hydraulique adaptés à faire passer les bras de leur position repliée à leur position déployée et inversement. Cependant, ils peuvent aussi être assujettis

tis au corps par une liaison pivotante adaptée à faire passer les bras de leur position repliée à leur position déployée.

5 Avantageusement, les bras sont adaptés à être montés sur une série de corps présentant chacun un diamètre différent.

10 Avantageusement, le corps comporte une extension inférieure adaptée à laisser passer la boue ainsi que des déblais. Dans ce cas, l'extension est de préférence munie inférieurement d'un déflecteur en forme de parapluie de sorte que l'essentiel des déblais sont guidés vers l'extension.

15 A la vérité, on n'avait jamais envisagé jusque-là de combiner les techniques d'"under-reaming" et de "raise-boring". Le procédé qui consiste donc à élargir un puits pilote en remontant grâce à un outil à bras déployables est par suite nouveau de même que l'outil correspondant. Ce dernier est alors caractérisé par un système adapté au déploiement des bras tout en garantissant la possibilité de tirer sur le corps de l'outil. En d'autres termes, il convient de prévoir des articulations capables de supporter et de transmettre des efforts de traction.

20 D'un point de vue mécanique, le développement de telles articulations ne pose pas de problème à l'homme de l'art. La présente demande donne à ce propos plusieurs solutions. Et ce n'est pas là que réside l'aspect inventif de la démarche. C'est plutôt dans l'idée même d'allier deux techniques connues depuis plusieurs décennies et pourtant jamais encore rapprochées l'une de l'autre. Pourtant, pour peu que la nature du terrain s'y prête, il en résulte de nombreux avantages.

25 Par exemple, la méthode de forage qui consiste à élargir un puits préexistant en commençant par le fond, met en jeu une traction de l'outil de forage. Du coup, la linéarité du puits se trouve bien plus sûrement garantie. Cet avantage est à la vérité connu en relation avec les techniques minières telles que le "raise-boring". Cependant, ces dernières prévoient l'application de la méthode seulement lorsque le fond du puits communique avec une galerie. Cette configuration autorise en effet l'évacuation des déblais (aussi appelés dans la profession "cuttings") par la galerie où ils s'accumulent par simple gravité. Il n'est dès lors pas question de pratiquer le "raise-boring" dans les terrains qui ont besoin d'un soutènement provisoire tel qu'une boue. En d'autres termes, le présent procédé étend l'application du "raise-boring" au cas de terrains meubles. Elle jouit dès lors de toutes les qualités propres au "raise-boring".

30 L'aspect complémentaire du présent procédé mis en exergue ci-dessus en liaison avec un facteur d'élargissement limité lui garantit par ailleurs dans certains cas des performances accrues par rapport aux méthodes habituelles de forage. Supposons en effet que l'outil utilisé en l'occurrence développe un effort identique à l'outil mis en oeuvre pour forer tra-

ditionnellement le puits de haut en bas et d'un seul coup. Comme la surface à attaquer à chaque "passe" ne représente qu'une fraction de la section totale du puits définitif, la pression exercée au niveau des éléments qui attaquent le terrain, est en effet multipliée. Il s'ensuit une vitesse d'avancement très importante. Et pour peu que la nature du terrain s'y prête, elle dépasse la vitesse d'avancement en forage traditionnel dans de telles proportions que l'ensemble du puits est foré plus rapidement en dépit de la réalisation de plusieurs passes.

D'autres facteurs peuvent aussi permettre de gagner du temps. D'un côté, la vitesse avec laquelle l'outil tourne sur lui-même est susceptible d'être augmentée puisqu'on n'a plus besoin de masses qui créent en rotation une importante inertie réactive. Il en est de même de l'effort exercé sur l'outil. Ces paramètres sont en fait liés au moteur employé et en particulier au couple qu'il est capable de développer. La résistance offerte par une petite surface de terrain à attaquer étant nettement réduite, ce couple demeure à chaque passe limité. La superstructure qui le supporte (et qui donc reprend son couple) peut en conséquence être beaucoup plus légère que les dispositifs similaires utilisés en forage traditionnel. Dès lors la manipulation du matériel devient plus facile et s'effectue en conséquence plus rapidement. Tous ces facteurs s'ajoutant plus ou moins les uns aux autres, ils garantissent souvent une économie de temps et donc d'argent justifiant la multiplication des passes de forage. Il suffit pour cela d'optimiser, lorsque cela est envisageable, leur nombre en rapport avec les propriétés du terrain ainsi qu'avec le matériel de creusement.

Quant au présent outil, ses bras déployables permettent son utilisation dans des puits aveugles. Certes, en technique minière, différentes machines ont été développées pour la mise en oeuvre du "raise-boring". Cependant les dents, molettes, etc. qui leur permettent d'attaquer le terrain, ne sont pas portées par des bras mobiles. En pratique, elles sont assemblées dans la galerie au fond du puits où il y a assez de place pour les recevoir. Le présent outil passe au contraire dans le puits préexistant, ce qui autorise un assemblage en surface.

Parallèlement, en "under-reaming", ont été développés des outils de forage munis de bras déployables. Toutefois, ceux-ci présentent obligatoirement un corps de faible diamètre, ce qui limite en conséquence la section globale du puits à creuser. Comme en outre, l'outil travaille de façon conventionnelle en descendant, les bras et les articulations des bras sont particulièrement sollicités et connaissent ainsi de fréquentes ruptures. Ces élargisseurs à bras mobiles ne sont donc pas utilisables pour le forage de puits de grand diamètre.

Bien que le présent outil peut emprunter aux "under-reamers" leur technologie (pour les articulations

des bras en particulier), les ruptures sont nettement moins à craindre. En relation avec l'aspect complémentaire du présent procédé, les éléments pour attaquer le terrain que les bras portent, ont en effet à s'appliquer sur une surface très réduite par rapport à la section complète du puits. Aussi pour une pression donnée de ces éléments sur le terrain, l'effort de traction à transmettre au corps de l'outil n'a-t-il pas besoin d'être très élevé. Cela contribue à ménager les liaisons des bras rendues fragiles par leur mobilité.

À cette fin encore, il est envisageable de développer des bras adaptables à plusieurs corps. Ainsi au fur et à mesure que le puits est élargi, change-t-on le corps et, avec à chaque fois un corps de diamètre supérieur au précédent, parvient-on à maintenir un faible taux de sollicitation des articulations des bras.

L'invention sera mieux comprise à la lecture de la description détaillée qui suit et à l'examen du dessin annexé qui représente, à titre d'exemple non limitatif, un mode de réalisation de l'invention. Sur ce dessin :

- la figure unique est un schéma de principe de l'étape principale du présent procédé. Elle montre notamment une coupe d'un puits en cours de forage selon ce procédé tandis qu'un outil de forage adapté à sa mise en oeuvre est quant à lui représenté en vue de côté au sein du puits.

Conformément à la figure unique, le présent procédé consiste tout d'abord à forer un puits pilote 1 de petit diamètre. Son diamètre peut varier entre 50 cm et 1 m. Conformément aux habitudes dans la profession, on le mesure d'ordinaire en pouces si bien que des diamètres de 26 ou de 36 pouces par exemple sont envisagés. Ces valeurs sont en fait associées à des méthodes de forage traditionnelles telles que celles ayant recours à un procédé appelé "rotary" fort bien connu dans la profession.

Ce puits pilote 1 est par ailleurs rempli de boue 16 pour assurer le soutènement provisoire de sa paroi 13. Dans le cadre du présent procédé, il est en outre préférable que son fond se trouve un peu en dessous du fond 15 définitif du puits à creuser. Comme on le comprendra mieux à la lecture des paragraphes suivants, la différence de profondeur du fond des puits est à la vérité fonction de l'outil 2 de forage qui est ensuite descendu dans le puits pilote 1 conformément à l'invention.

Cet outil 2 est en effet constitué d'un corps 21 adapté à passer dans le puits pilote 1. Il comporte des éléments destinés à attaquer le terrain, des dents 23 notamment, qui sont quant à eux portés par des bras 22 mobiles. Ceux-ci sont assujettis au corps 21 de façon à pouvoir être repliés lorsqu'en particulier, l'outil 2 est descendu le long du puits pilote 1. Et ce n'est qu'une fois l'outil 2 parvenu au fond du puits 1 que les bras 22 sont déployés.

Différents systèmes mécaniques peuvent être imaginés pour assujettir les bras 22 au corps 21. Citons par exemple une liaison faisant intervenir une

came de sorte qu'une position angulaire relative du bras 22 par rapport au corps 21 correspond au repli du bras et une autre position correspond au déploiement du bras. Citons encore un système de crémaillère ou un système hydraulique.

C'est que, dans l'étape principale du présent procédé, il est prévu de faire tourner l'outil 2 autour d'un axe vertical. Ce dernier coïncide à la vérité avec celui du puits. Le mouvement de rotation est transmis par un train de tiges 34 à l'extrémité inférieure duquel l'outil 2 est rigidement lié. Afin de faire descendre ou remonter l'outil 2, des tiges 34 sont selon le cas rajoutées au train de tiges ou retirées de celui-ci. De telles manœuvres font intervenir des opérations de routine dans la profession. Les tiges 34 présentent chacune par exemple une longueur de 9 m. Elles sont maintenues les unes au bout des autres par exemple grâce à des manchons 35 d'accouplement.

L'extrémité supérieure du train de tiges 34 passe avantageusement dans un appareil connu dans la profession sous le nom de "power-swivel" 31 pouvant être traduit par tête d'injection motorisée. Ce dernier est muni en particulier d'un moteur pour imprimer un mouvement de rotation relativement rapide au train de tiges 34. En même temps, il exerce dessus une traction. La traction ainsi développée peut notamment atteindre 200 tonnes.

Le "power-swivel" 31 est supporté, quant à lui, par une superstructure métallique disposée en surface au-dessus du puits 1. Dans le cadre de cette configuration parfaitement conventionnelle, cette superstructure est plutôt appelée "mât" 3. Elle s'étend en effet bien au-dessus du "power-swivel" 31 afin d'autoriser les manœuvres des tiges 34 évoquées ci-dessus. De ce point de vue, des hauteurs sous crochet de 40 m sont parfaitement envisageables de sorte qu'un "travail en triple" (ajout ou retrait des tiges trois par trois) est rendu possible. Le mât 3 comporte à cet effet un système d'élévation illustré sur la figure par une poulie 32 et un câble 33.

C'est ainsi que l'étape principale du présent procédé commence tandis que l'outil 2 se trouve descendu jusqu'au fond du puits pilote 1. Le "power-swivel" 31 fait alors tourner l'outil 2 autour de l'axe du puits. Dans un premier temps, les bras 22 de l'outil 2 sont toujours repliés. Pourvu que leurs dents 23 soient convenablement orientées, elles creusent alors un logement dans la paroi 13 du puits 1 qui autorise un début de déploiement pour les bras 22. Le processus se poursuit de la sorte jusqu'au déploiement complet des bras 22. Dès lors la paroi 13 du puits 1 présente un épaulement 14 au niveau du passage du logement au reste du puits 1 situé au-dessus. Sa cote correspond à la profondeur du fond 15 du puits définitif, ce fond 15 étant donc séparé du fond du puits 1 pilote de la distance entre la base de l'outil 2 et l'extrémité supérieure de ses bras 22.

Puis, le "power-swivel" 31 commence à exercer

en outre sur l'outil 2 une traction. Celle-ci assure l'application des dents 23 des bras 22 déployés contre l'épaulement 14. Dès que la pression correspondante devient suffisante (notamment par dépassement d'un seuil dépendant de la nature du terrain), il s'ensuit la poursuite du creusement du logement. Et un élargissement du puits est obtenu qui, à partir du fond, progresse en direction de la surface à mesure que l'outil 2 est tiré vers la surface 11.

Cette progression résulte en fait de l'attaque du terrain par les dents 23 de l'outil 2 au niveau de l'épaulement 14, ce dernier se trouvant en quelque sorte "usiné". Cela s'accompagne du détachement de matière, grains et blocs plus gros du terrain traditionnellement appelés "cuttings" 17. Et si on n'y prenait garde, ces déblais tomberaient au fond du puits et s'y accumuleraient.

Pour limiter ce désagrément, la présente invention prévoit de mettre en circulation la boue dans laquelle l'outil 2 est immergé. Des flèches sur la figure montrent une première façon de la faire s'écouler depuis la surface 11 du sol où de la boue 16 est introduite en continu dans le puits 1. Elle est ensuite amenée à passer le long de l'épaulement 14 en cours de forage. La boue peut être activée par un système (non représenté) de pompes ou d'"air-lift" (refoulement à l'aide d'air sous pression). Ainsi est-elle aspirée au niveau d'une extension 25 de l'outil 2. S'il est clair que l'extension 25 doit impérativement être fixée sous le corps 21 afin de recueillir les "cuttings" 17, sa structure demeure une affaire de choix du concepteur. La figure fixe les idées en lui donnant la forme simple d'une tubulure munie d'ouvertures pour le passage des "cuttings" 17. Ils sont en effet évacués avec la boue aspirée vers la surface 11 en remontant à l'intérieur du train de tiges 34 ou d'une gaine prévue à cet effet (non représentée).

Des installations complémentaires peuvent permettre de séparer les "cuttings" 17 récupérés en surface de la boue 16 en vue de réintroduire celle-ci dans le puits 1, créant ainsi un écoulement en circuit fermé. On remarque que, par rapport aux méthodes de forage comparables, l'écoulement du liquide d'évacuation des "cuttings" 17 se produit ici en sens inverse. Cela présente notamment l'avantage de garantir une vitesse de remontée de la boue particulièrement élevée, la section de passage dans le train de tiges 34 ou la gaine étant notamment plus faible que celle du puits. Ainsi est-on assuré de dépasser la vitesse de sédimentation des "cuttings" 17 et donc de les entraîner convenablement.

Cependant une circulation de la boue dans l'autre sens (sens normal par rapport aux méthodes traditionnelles) est envisageable même avec des vitesses d'écoulement relativement faibles. Dans ce cas donc la boue descend par le train de tiges 34 par exemple et remonte par le puits 1. Elle aborde toutefois cette dernière zone de circulation au sortir de la section

élargie du puits si bien qu'elle voit également sa vitesse s'accroître après s'être chargée de déblais. Il suffit alors d'adapter ses caractéristiques rhéologiques, en particulier sa viscosité (en l'augmentant notamment) pour que la vitesse de remontée dans la partie du puits non encore élargie soit supérieure à la vitesse de sédimentation des "cuttings".

Afin d'assurer une meilleure récupération des "cuttings" 17 en circulation inverse notamment, la présente invention envisage l'utilisation avantageuse d'un déflecteur 24 disposé à l'extrémité inférieure de l'extension 25. C'est par exemple une pièce métallique ayant la forme d'un parapluie. Ce déflecteur 24 joue alors un rôle de guide vis-à-vis de l'écoulement de la boue qui entraîne ainsi plus efficacement les "cuttings" 17 vers l'extension 25. La perte de certains débris au fond 15 du puits semble toutefois inévitable. Cela n'est pas autrement gênant dans la mesure où ils peuvent être retirés par circulation de boue, voire mécaniquement.

Conformément à un aspect complémentaire de la présente invention, le puits pilote 1 se trouve ainsi élargi seulement de façon partielle. Son nouveau diamètre ne dépasse pas son diamètre précédent de plus d'un rapport de 1,5 ou de 2. De préférence, ce facteur d'élargissement se situe entre 1,15 et 1,30 fois son diamètre initial. C'est que d'un point de vue technologique, il vaut mieux limiter la surface d'application de l'outil 2 au terrain, c'est-à-dire l'épaulement 14 qui est "usiné" comme cela est décrit ci-dessus. Il s'ensuit en effet un accroissement notable de la pression des dents 23 sur le terrain 12 et la vitesse de progression de l'outil 2 est de ce fait généralement augmentée dans des proportions considérables.

C'est ainsi que, pour passer du puits pilote 1 au puits définitif, le présent procédé prévoit de répéter l'opération principale qui vient d'être décrite à l'aide de la figure. Et c'est dans le puits venant d'être élargi que l'outil 2 est descendu, bras 22 repliés, que le train de tiges 34 imprime à l'outil 2 le mouvement de rotation afin de creuser le premier logement autorisant le déploiement progressif des bras 22, puis lui transmet en outre la traction de façon à élargir un peu plus le puits.

Si cette nouvelle passe met en cause une suite de manœuvres identiques à celles effectuées au cours de la première, il faut en revanche modifier la géométrie de l'outil 2 d'une fois sur l'autre. Les dents 23 doivent en effet suivre l'épaulement 14 qui présente un diamètre moyen de plus en plus large. Cela peut être réalisé en changeant d'outil à chaque passe. De façon plus avantageuse, on utilise un corps 21 dont le diamètre est adapté à celui du puits préexistant. Plus la section de ce dernier est importante et plus le corps 21 choisi est massif. Ainsi les mêmes bras 22 peuvent-ils servir à chaque passe (sous réserve bien sûr d'être démontables).

Selon le matériel dont il dispose, l'opérateur aura

intéret à jouer notamment sur deux paramètres pour établir son plan d'élargissement. Il peut par exemple choisir d'élargir le puits dans le même rapport à chaque passe (facteur d'élargissement constant). Dès lors, la traction à développer sur le train de tiges et donc le couple encaissé par le mât 3 s'accroissent de passe en passe avec la surface de l'épaulement 14. Aussi, pour utiliser d'un bout à l'autre le même mât 3, l'opérateur est susceptible de préférer maintenir un couple constant. L'élargissement se fait alors dans un rapport de plus en plus faible.

Lorsque le puits a atteint le diamètre final souhaité, le présent procédé prévoit de le revêtir selon les méthodes habituelles, la boue de soutènement étant retirée du puits. On peut en particulier l'équiper d'un cuvelage cimenté.

Le procédé qui vient d'être décrit est applicable non seulement au creusement de puits d'accès à des cavités de stockage conformément au but stipulé en commençant, mais aussi au forage de puits pétroliers. Il pourrait se substituer aux procédés actuellement utilisés et qui ont été précédemment mentionnés en relation avec les "under-reamers".

25

Revendications

1. - Procédé pour forer un puits (1) aveugle notamment de grand diamètre et ayant un axe de révolution, une paroi (13), un fond (15) ainsi qu'une surface (11) d'embouchure, une opération principale du procédé consistant à élargir un puits préexistant rempli d'une boue (16) de soutènement en commençant par le fond (15) pour remonter vers la surface (11) d'embouchure du puits (1) aveugle à forer, caractérisé en ce que cela est réalisé en exerçant une traction sur un outil (2) de forage ayant un corps (21) adapté à tourner autour de l'axe du puits (1) ainsi que des bras (22) munis d'éléments (23) pour attaquer le terrain en dégageant des déblais (17) et adaptés à être déployés pour faire saillie sur le corps (21) tout en transmettant la traction.

2. - Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que l'opération principale comporte les étapes de :

- faire descendre dans le puits préexistant l'outil (2) alors que ses bras sont repliés,
- mettre en rotation le corps (21) de l'outil (2) de forage tout en déployant ses bras (22) de sorte que les éléments (23) pour attaquer le terrain créent un épaulement (14) à la paroi (13) du puits (1) qui définit la transition entre le puits en cours d'élargissement et le puits préexistant,
- tirer le corps (21) de sorte que les éléments (23) pour attaquer le terrain attaquent l'épaulement (14) et le font progresser vers la surface (11) d'embouchure, la boue (16) étant mise en circulation autour de l'outil (2) de façon à entraîner la

majorité des déblais (17) jusqu'à la surface (11) d'embouchure, la traction et la rotation de l'outil (2) ainsi que la circulation de la boue (16) étant maintenues jusqu'à ce que le puits (1) ait été élargi sur toute sa hauteur.

3. - Procédé selon la revendication 2, caractérisé en ce que le fond du puits préexistant se trouve en dessous du fond (15) du puits (1) aveugle à forer de façon à permettre la descente de l'outil (2) de sorte que ses bras (22) se présentent au niveau de ce fond (15).

4. - Procédé selon la revendication 2 ou la revendication 3, caractérisé en ce que l'étape de faire descendre l'outil (2) est réalisée en ajoutant des tiges (34) à un train de tiges (34) à l'extrémité inférieure duquel est suspendu l'outil (2).

5. - Procédé selon la revendication 4, caractérisé en ce que les étapes de mettre en rotation et de tirer l'outil (2) sont réalisées en passant l'extrémité supérieure du train de tiges dans un appareil (31) du type "power-swivel", des tiges étant retirées du train de tiges (34) à mesure que l'outil (2) est tiré vers la surface (11) d'embouchure du puits (1).

6. - Procédé selon la revendication 5, caractérisé en ce que l'appareil (31) du type "power-swivel" est monté dans une superstructure (3) disposée au-dessus de la surface (11) d'embouchure du puits (1).

7. - Procédé selon l'une quelconque des revendications 2 à 6, caractérisé en ce que la boue (16) est mise en circulation en introduisant en continu de la boue dans le puits (1) depuis sa surface (11) d'embouchure et en l'aspirant sous l'outil (2) au sein d'une tubulure (25, 34) pour l'amener au travers du puits (1) jusqu'à sa surface (11) d'embouchure.

8. - Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, caractérisé en ce qu'un facteur d'élargissement défini par le rapport du diamètre du puits résultant de l'opération principale sur le diamètre du puits préexistant est choisi notamment selon la résistance mécanique de l'outil (2) de forage et, l'outil (2) de forage étant tiré et mis en rotation par un moteur, selon le couple que le moteur peut délivrer.

9. - Procédé selon la revendication 8, caractérisé en ce que le facteur d'élargissement est compris entre 1,15 et 1,30.

10. - Procédé selon la revendication 8 ou la revendication 9, caractérisé en ce qu'une opération préliminaire du procédé consiste à forer un puits pilote, l'opération principale étant menée une première fois alors que le puits préexistant est le puits pilote, puis l'opération principale étant réitérée alors que le puits préexistant est le puits résultant de l'itération précédente, et cela jusqu'à ce que le diamètre du puits (1) aveugle à forer soit atteint, une opération finale consistant enfin à revêtir le puits (1) et à retirer la boue (16).

11. - Procédé selon la revendication 10, caractérisé en ce que le facteur d'élargissement est le même

au moins pour une série d'itérations consécutives.

12. - Procédé selon la revendication 10, caractérisé en ce que le facteur d'élargissement est diminué au moins pour une série d'itérations consécutives.

5 13. - Outil de forage pour mettre en oeuvre un procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'il comporte un corps (21) adapté à tourner autour de l'axe du puits (1) ainsi que des bras (22) munis d'éléments (23) pour attaquer le terrain, adaptés à passer d'une position repliée sur le corps (21) à une position déployée pour faire saillie sur le corps (21) et capables de transmettre la traction exercée sur l'outil (2).

14. - Outil selon la revendication 13, caractérisé en ce que les bras (22) sont assujettis au corps (21) par l'intermédiaire d'une came crémaillère ou système hydraulique.

15 15. - Outil selon la revendication 13, caractérisé en ce que les bras (22) sont assujettis au corps (21) par une liaison pivotante adaptée à faire passer les bras (22) de leur position repliée à leur position déployée.

20 16. - Outil selon l'une quelconque des revendications 13 à 15, caractérisé en ce que les bras (22) sont adaptés à être montés sur une série de corps (21) présentant chacun un diamètre différent.

25 17. - Outil selon l'une quelconque des revendications 13 à 16, caractérisé en ce que le corps (21) comporte une extension (25) inférieure adaptée à laisser passer la boue (16) ainsi que des déblais (17).

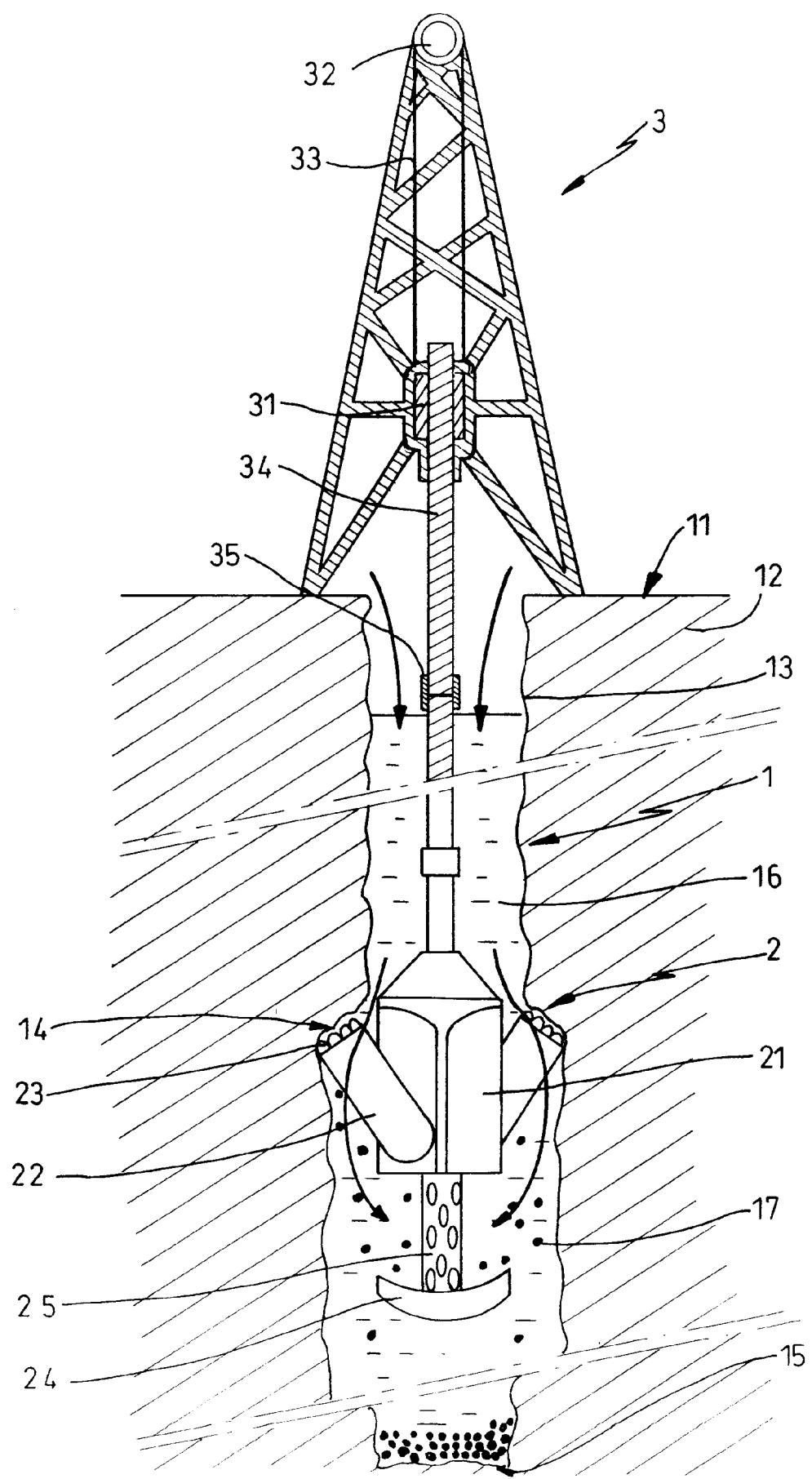
30 18. - Outil selon la revendication 17, caractérisé en ce que l'extension (25) est munie inférieurement d'un déflecteur (24) en forme de parapluie de sorte que l'essentiel des déblais (17) sont guidés vers l'extension (25).

40

45

50

55





Office européen
des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande

EP 92 40 1547

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int. Cl.5)
D, Y	EP-A-0 298 537 (SHELL) * Colonne 1, ligne 26 - colonne 3, ligne 30; figures 1-3 *	1-8, 10, 11, 13-18	E 21 B 7/28 E 21 B 10/32
Y ●	US-A-2 815 935 (SELD Mayer) * Colonne 2, lignes 41-42; figure 4 *	1-8, 10, 11, 13-18	
Y	US-A-3 794 126 (PEREAU) * Colonne 2, ligne 5 - colonne 4, ligne 42; figures 1-4 *	3-7, 17	
Y	US-A-4 301 876 (HARRISON) * Colonne 1, lignes 6-24; figures 1,2 *	10, 11	
A	FR-A-2 612 987 (SOLETANCHE) * Revendication 1; figure 1 *	1	
A	US-A-1 710 998 (RUDKIN) * Page 2, lignes 62-125; figure 4 *	1-4, 13, 14, 15, 17	
A	US-A-1 544 757 (HUFFORD) * Le document en entier *	1	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int. Cl.5)
A	US-A-3 112 802 (AMANN) * Colonne 3, lignes 1-3; figures 1-3 *	18	E 21 B
A	US-A-1 710 998 (RUDKIN) * Le document en entier *	1-4, 8, 10, 13, 15	
A, D	US-A-2 031 353 (WOODRUFF) * Figures 1,2 *	16	
A	US-A-3 731 753 (WEBER) * Abrégé; figures 1,2,3,7 *	1, 2, 6, 13-17	
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche	Date d'achèvement de la recherche	Examinateur	
LA HAYE	05-08-1992	FONSECA Y FERNANDEZ H.	
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES		T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant	
X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire			

Page 2

Office européen
des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande

EP 92 40 1547

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int. Cl.5)
A	US-A-2 450 223 (BARBOUR) * Abrégé * ---	1	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int. Cl.5)
A	US-A-3 967 689 (CHERRINGTON) * Abrégé * ---	1	
A, D	US-A-4 365 677 (OWENS) * Abrégé * ---	1	
A	US-A-4 023 629 (WATSON) * Abrégé * -----	1	
<p>Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications</p>			
Lieu de la recherche	Date d'achèvement de la recherche	Examinateur	
LA HAYE	05-08-1992	FONSECA Y FERNANDEZ H.	
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES		T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant	
X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire			